

# 第5期 事業報告書

(平成17年度)

自 平成17年 4月 1日  
至 平成18年 3月31日

独立行政法人放射線医学総合研究所

## 目 次

<b>I. 独立行政法人放射線医学総合研究所の概要</b>	
1. 業務内容	1
2. 事務所の所在地	1
3. 資本金の状況	1
4. 役員の状況	2
5. 職員の状況	4
6. 設立の根拠となる法律名	4
7. 主務大臣	4
8. 沿革	4
<b>II. 業務の実施状況</b>	
1. 当該事業年度の業務の実施状況	4
2. 借入金の状況	14
3. 国からの運営費交付金、補助金の額（平成17年度予算）	14
<b>III. 独立行政法人放射線医学総合研究所が対処すべき課題</b>	<b>14</b>

## I. 独立行政法人放射線医学総合研究所の概要

### 1. 業務内容

#### (1) 目的

放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等の業務を総合的に行うことにより、放射線に係る医学に関する科学水準の向上を図ることを目的とする。

(独立行政法人放射線医学総合研究所法第3条)

#### (2) 業務の範囲

本研究所は、上記第3条の目的を達成するため、次の業務を行う。

- 1) 放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発を行うこと。
- 2) 前号に掲げる業務に係る成果を普及し、及びその活用を促進すること。
- 3) 研究所の施設及び設備を科学技術に関する研究開発を行う者の共用に供すること。
- 4) 放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究者を養成し、及びその資質の向上を図ること。
- 5) 放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する技術者を養成し、及びその資質の向上を図ること。
- 6) 第1号に掲げる業務として行うもののほか、関係行政機関又は地方公共団体の長が必要と認めて依頼した場合に、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療を行うこと。
- 7) 前各号の業務に附帯する業務を行うこと。

(独立行政法人放射線医学総合研究所法第13条)

### 2. 事務所の所在地

本所 〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川4丁目9番1号  
電話番号 043-251-2111

那珂湊支所 〒311-1202 茨城県ひたちなか市磯崎町3609  
電話番号 029-265-7141

### 3. 資本金の状況

研究所の資本金は、「独立行政法人放射線医学総合研究所法」に基づき放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等の業務を総合的に行い、その成果の普及活用を促進する等の業務を円滑に実施するため、独立行政法人設立時に、土地、建物、構築物、立木竹の現物出資を国から受けたものであり、平成17年度末で 33,648,457 千円となっている。

4. 役員の状況

定数について

研究所に、役員として、その長である理事長及び監事2人を置く。

研究所に、役員として、理事2人以内を置くことができる。

(独立行政法人放射線医学総合研究所法第7条)

(平成18年3月31日現在)

役職名	氏名	任期	主要経歴
理事長	佐々木 康人	平成13年4月1日 ～平成18年3月31日	昭和43年3月 東京大学大学院医学系研究科第一臨床医学専門課程博士課程修了 昭和60年4月 群馬大学医学部教授 平成2年4月 東京大学医学部教授 平成8年11月 放射線医学総合研究所 重粒子治療センター長 平成9年4月 放射線医学総合研究所長 平成13年4月 独立行政法人放射線医学総合研究所 理事長
理事	高橋 千太郎	平成17年4月1日 ～平成18年3月31日	昭和53年3月 京都大学大学院農学研究科 修士課程修了 昭和53年4月 科学技術庁 放射線医学総合研究所 採用 平成13年4月 独立行政法人 放射線医学総合研究所 放射線安全研究センター 比較環境影響研究グループリーダー 平成14年2月 同 放射線安全研究センター長 平成17年4月 同 理事
理事	袴着 実	平成17年4月1日 ～平成18年3月31日	昭和51年3月 九州大学大学院工学研究科 修士課程修了 昭和51年4月 科学技術庁 原子力安全局 原子炉規制課 採用 平成5年9月 理化学研究所 研究業務部 調査役 平成8年6月 科学技術庁 科学技術振興局 研究振興課長 平成10年4月 科学技術振興事業団 企画室 調査役 平成10年6月 同 科学技術理解増進室長 平成12年4月 同 科学技術理解増進部長 平成12年6月 科学技術庁 原子力安全局 放射線安全課長

			<p>平成13年 1月 文部科学省 科学技術・学術政策局 原子力安全課長</p> <p>平成14年 1月 海洋科学技術センター 企画部長</p> <p>平成16年 4月 独立行政法人 海洋研究開発機構 企画部長</p> <p>平成16年 7月 同 経営企画室長</p> <p>平成16年 9月 独立行政法人 理化学研究所 横浜研究所副所長</p> <p>平成17年 3月 文部科学省 大臣官房付</p> <p>平成17年 4月 独立行政法人放射線医学総合研究所 理事</p>
監事	林 光夫	平成17年 4月 1日 ～平成19年 3月31日	<p>昭和47年 3月 京都大学大学院工学研究科 修了</p> <p>昭和47年 4月 科学技術庁原子力局放射線安全課採用</p> <p>平成元年 2月 同 科学技術振興局研究交流課長</p> <p>平成元年 6月 同 無機材質研究所管理部長</p> <p>平成 3年 6月 新技術事業団参事役</p> <p>平成 5年 6月 科学技術庁原子力安全局保障措置課長</p> <p>平成 7年 6月 同 科学技術政策研究所総務研究官</p> <p>平成 9年 7月 衆議院事務局（平成10年1月より主席調査員）</p> <p>平成11年10月 海洋科学技術センター地球観測フロンティア 研究システムシステム長特別補佐</p> <p>平成15年 4月 独立行政法人放射線医学総合研究所 監事</p>
監事 (非常勤)	村井 徹	平成17年 4月 1日 ～平成19年 3月31日	<p>昭和36年 3月 東京大学法学部私法コース 卒業</p> <p>昭和61年 7月 日本鋼管（株）秘書部長</p> <p>平成元年 9月 同会社エネルギー鋼材部長</p> <p>平成 3年 7月 エヌケーケートレーディング（株）取締役企画部長</p> <p>平成 7年 4月 同会社取締役貿易本部長</p> <p>平成 7年 6月 （株）エヌケーマネージメントセンター代表取締役社長</p> <p>平成13年 6月 同会社 相談役</p> <p>平成13年 4月 独立行政法人放射線医学総合研究所 監事（非常勤）</p>

## 5. 職員の状況

平成 17 年度末職員数 364 名（平成 18 年 3 月 31 日現在）

※職員数には非常勤職員は含んでいない。

## 6. 設立の根拠となる法律名

独立行政法人放射線医学総合研究所法（平成 11 年 12 月 22 日 法律第 176 号）

## 7. 主務大臣

文部科学大臣

## 8. 沿革

1957 年(昭和 32 年)	7 月	放射線医学総合研究所発足
1961 年(昭和 36 年)	5 月	病院部診療開始
	12 月	東海支所設置
1962 年(昭和 37 年)	10 月	ヒューマンカウンターによる最初の人体内放射能測定実施
1969 年(昭和 44 年)	6 月	那珂湊臨海実験場開設
1974 年(昭和 49 年)	4 月	サイクロトロン運転開始
1975 年(昭和 50 年)	8 月	那珂湊支所発足
	11 月	医用サイクロトロンによる速中性子線治療開始
1979 年(昭和 54 年)	1 月	ポジトロン CT(放医研試作)を臨床に応用
	10 月	医用サイクロトロンによる陽子線治療開始(70MeV)
1985 年(昭和 60 年)	6 月	内部被ばく実験棟完成
1993 年(平成 5 年)	11 月	重粒子線がん治療装置(HIMAC)完成
1994 年(平成 6 年)	6 月	重粒子線がん治療臨床試験開始
1997 年(平成 9 年)	3 月	重粒子治療センター(新病院)開設
1999 年(平成 11 年)	3 月	画像診断棟ベビーサイクロトロンのビーム試験開始
2001 年(平成 13 年)	1 月	省庁再編成により、文部科学省所管となる
	4 月	独立行政法人放射線医学総合研究所発足
	4 月	緊急被ばく医療センター発足
	7 月	重粒子線がん治療臨床試験の症例が 1000 例に達した
2002 年(平成 14 年)	4 月	厚生労働大臣に対し、重粒子線がん治療の高度先進医療認可を申請。
2003 年(平成 15 年)	11 月	重粒子線がん治療の高度先進医療認可を受ける。
2005 年(平成 17 年)	11 月	分子イメージング研究センター発足
2006 年(平成 18 年)	1 月	IAEA 協力センターに認定される
2006 年(平成 18 年)	2 月	重粒子線がん治療の症例が 2600 例に達した。

## II. 業務の実施状況

### 1. 当該事業年度の業務の実施状況

#### (1) 重点研究領域別プロジェクト研究

##### 1) 放射線先進医療研究（重粒子線がん治療研究、高度画像診断研究）

###### ①重粒子線がん治療臨床試験

- ・中枢神経、頭頸部、骨・軟部、膵、子宮、涙腺、食道等について臨床試験を継続し、113 名が試験に参加し治療を行った。

- ・肝癌では2回照射による臨床試験の登録を終了し、高度先進医療に移行した。肺癌の1回照射も線量増加試験の最終段階になっており18年度には終了の予定である。
- ・直腸術後や骨・軟部腫瘍など骨盤部の腫瘍を中心にゴアテックスシートあるいはティッシュエキスパンダー等を用いたスペーサ挿入を20名以上に実施した。
- ・重要臓器と近接する病巣（頭頸部、腹部、骨盤等）を中心にPET-CTを施行し、治療計画への応用を積極的に行った。
- ・治療結果につき長期観察に基づいた分析を行い、国内外の学会で発表するとともに原著論文として海外雑誌に投稿した。
- ・重粒子線治療患者数は年間400名を超えるとともに、総計2,600名を超えた。そのうち17年度は高度先進医療として324名に治療を行った。
- ・治療の効率化を推進するため、肝臓、肺以外においても短期照射の積極的な応用を図った。
- ・外来での固定具作成、治療計画、画像診断を積極的に推進し、入院期間短縮、病棟の効率的運用を図るとともに、外来での治療に向けての検討を進めた。
- ・第2回重粒子線治療国際助言委員会を開催し高い評価を得た。
- ・病院ホームページを充実させるとともに公開講演会を行い、積極的な広報活動を行った。
- ・オーストリアにおいてMedAustronとの共催で重粒子線治療に関する国際シンポジウムを開催するとともに国内においてもシンポジウムや一般講演会等を開催し、重粒子線がん治療臨床試験の中期計画における成果を報告発表した。

## ②高度画像診断技術の研究開発

### イ) 次世代PET装置の開発

- ・3検出器リング分の検出器ユニット量産と特性試験については、72個のDOI検出器ユニットを完成させ、DOI検出器の性能評価を行った。
- ・試作装置の定量性を向上するためのソフトウェア開発については、偶発同時計数の補正法を確立し、補正用ソフトウェアを装置に組み込んだ。立体計測型3次元画像再構成法を確立した。
- ・試作装置の物理性能評価については、120検出器ユニットで、5リングをガントリーに取り付けて、同時計数のリストモード・データを収集し、物理的基本性能を測定した結果、視野内で解像度3mm、感度110kcps/MBqを達成した。
- ・試作装置の臨床評価については、ボランティアによる画像評価をECAT HR plusと比較して行うとともに、脳を模擬したファントム等で測定を行った。

### ロ) 4次元CT装置の開発

- ・4次元CT装置の性能をファントムにより評価し、機能試験機で商用装置に比べて劣っていた低コントラスト解像力とスライスプロフィール特性が大きく改善したことがわかった。
- ・試作装置により、心臓の造影撮影（正常ボランティアおよび虚血性心疾患患者）の臨床試験を行い、冠状動脈の造影、心室の容積変化、心筋の灌流が短時間の撮影で一度に得られる可能性を示した。
- ・試作装置により、肺腫瘍の患者を対象に臨床試験を行い、肺の呼吸移動が詳細に観察できることを示した。再構成法の研究では、コーンビームヘリカルスキャンによる画像再構成を行い、コーンビーム法よりも画質が向上することを示した。

## 2) 放射線感受性遺伝子研究

- ・有害反応が認められた子宮頸がん（234例）、前立腺がん（323例）、肺がん（201例）、頭頸部がん（268例）を収集し、統計学的解析を行ない、有害反応それぞれについて多型

解析適格症例の選択を行った。

- ・ 135 種類の遺伝子上の 999 SNPs について MassARRAY 法を用いたタイピングを行なった。乳がん（皮膚障害）、子宮頸がん（腸管障害）、前立腺がん（排尿障害）、頭頸部がん（粘膜障害）について有害反応グレードの異なる集団毎に多型頻度差がある SNPs を同定した。
- ・ 多型頻度解析の結果を基に、危険アレルの組合せについて解析し、特定の危険アレルを複数持つと有害反応発症リスクが高まることを明らかにした。この結果から、乳がん、前立腺がんについて、個人が持つ危険アレルの数によって有害反応発症リスクを予測するスコアリングシステムを構築した。また、DNA アレイを利用した新しいタイピング法を開発し、スコアリングシステムと連結して、感受性診断デバイスを作成した。
- ・ 229 種類の遺伝子について siRNA による遺伝子抑制実験を行い、29 種類の遺伝子は発現抑制すると放射線感受性が高くなることを明らかにした。
- ・ 子宮頸がん 145 例から生検材料 284 サンプルを収集し、164 サンプルについてアレイ解析を行った。その結果化学放射線治療に特徴的な遺伝子発現パスイを明らかにした。

### 3) 放射線人体影響研究（低線量放射線生体影響研究、宇宙放射線医学研究）

#### ①低線量放射線の生体影響に関する総合的研究

- ・ 中性子線生体影響研究：2660 匹のマウスの解剖を終了し、白血病とハーダー腺腫瘍の病理解析を進めた結果、白血病の生物学的効果比（RBE）は 2 以下で、ハーダー腺腫瘍では 5～7 となり、臓器により RBE は大きく異なった。また、良性腫瘍と悪性腫瘍（腺がん）で RBE が異なることも明らかにした。骨髄性白血病に関し、中性子および  $\gamma$  線にかかわらず、高頻度に 2 番染色体欠損腫瘍と *Pu.1* の DNA 結合領域の点突然変異、そして IAP のゲノムへの組み込みが認められた。また、マウス脾細胞とヒト培養細胞の 10MeV 中性子誘発染色体異常の RBE は 2 以下、突然変異の RBE は 4～6 であった。
- ・ 中性子線による胎児影響に関する研究：10MeV 中性子線による胎児脳のアポトーシスに関する成果は論文として受理され、2 MeV 中性子のアポトーシス実験を行い、RBE の基礎情報を取得した。
- ・ 環境化学物質との複合曝露に関する研究：X 線→ENU の順の曝露では、低線量 X 線曝露群は非被ばく群に比べ TL の発生率が低下し（拮抗作用）、高線量では相乗的に高まった。ENU→X 線の順では、線量に関わらず相加的であり、同時期曝露では、相乗的になった。
- ・ 継世代影響研究：精細胞期に X 線照射された群の F1 マウス 50 個体を追加し、その *Hprt* 遺伝子領域（35 万塩基対）のシーケンシング解析を終了した。その結果、遺伝子領域では放射線誘発突然変異の発生は検出限度以下であることが明らかとなった。

#### ②宇宙放射線による生体影響と防護に関する研究

- ・ 個人被ばくモニターや実用型シリコン検出器の技術的な開発は終了、宇宙放射線モニター国際比較実験（ICCHIBAN: InterComparison for Cosmic-ray with Heavy Ion Beams At NIRS）で、その有効性を確認した。国際宇宙ステーション・ロシアモジュールにおいて Space-ICCHIBAN を実施、各研究機関の結果を比較した。航空機搭乗者の被ばく防護に関し、任意の地点への飛行に伴う線量を CARI-6 コードで系統的に計算してデータベース化し、放医研ホームページ上で公開した。
- ・ 低線量によるマウス重粒子線照射実験では、2 年近くにわたり記憶機能の測定を続け、核種、LET による記憶回復の違いが観察された。腎癌のラットモデルにより、重粒子線による RBE が求められた。重粒子線特有の遺伝子変異については中間結果がまとまった。X 線と比べ、重粒子線による DNA 修復蛋白の機能阻害は明らかに大きく、これが強い生物効果の主原因であることが示された。重粒子線照射に伴う骨代謝への影響および発癌に



について、12ヶ月齢で照射した群では、寿命短縮と同時に、卵巣癌や子宮癌の発生率は線量依存性に増加、X線より高い発生率がみられた。

#### 4) 放射線障害研究（緊急医療対策研究）

##### ①緊急被ばく医療に関する研究

- ・皮膚障害誘導遺伝子候補を皮膚細胞に導入し細胞死を誘導する遺伝子の存在を実証した。マウス皮膚で高線量被ばく時に p53 の発現と同様に候補遺伝子の少なくとも一つがヒト皮膚幹細胞を含む基底層に接する細胞で特に顕著に時間依存的に誘導・増加することが実証できた。生物試料表面の汚染密度評価に関して、インテリジェント型サーベイメータを製作し、最終値と初期立ち上がりの関係を表現する数学的・物理的モデルを構築し、予測応答計算コードを開発した。トロロックス誘導體(Trol、TroMet)とアスコルビン酸照射後投与で30日生存率を向上させる結果を得た。緊急時対応マニュアルとしてIAEA TECDOC 1162（放射線緊急事態時の評価および対応のための一般的手順）の日本語訳を完成した。

#### (2) 基盤的研究

##### 1) 環境系基盤研究

##### ①環境放射線防護体系構築のための研究

- ・チェルノブイリ汚染地域内で採取した地下水のウラン同位体分析を行ったところ、 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ の比が自然界より大きく、事故の影響が確認された。
- ・唾液腺、生殖腺における放射性核種の挙動、分布を調べる実験を継続して行った。
- ・すでに製作、評価を完了したBOMAB型ファントムを用い、日本原子力研究所東海研究所及び核燃料サイクル機構東海事業所と体外計測装置の相互比較を行い、放医研の測定結果とよく一致した。
- ・拡張・高度化した内部被ばく線量評価支援システム(MONDAL3)のプログラムデータ検証を行いCD-ROMを作成し公開した。
- ・診療放射線技師コホート調査では、1969-1998年の死亡率データの解析を行った。
- ・海洋における放射性物質の分布と変動を把握するため、海底堆積物・沈降粒子中のPu同位体比の測定を継続するとともに、その分析結果を総合的に解析した。
- ・ $^{99}\text{Tc}$ の簡易・迅速分析法で青森県六ヶ所村にある原燃再処理工場の本格操業前の $^{99}\text{Tc}$ のバックグラウンド値を調べた。

##### ②放射線等の環境リスク源による人・生態系への比較影響研究

- ・ヒトの正常繊維芽細胞へのX線照射によって誘導される遺伝子を網羅的遺伝子発現解析によって確認した。
- ・「生態系影響指数：EEI」が50%となる時の有害因子の用量(EEI-50)を影響評価の定量的比較尺度とし、これまで実施してきた放射線等の様々な有害因子によるマイクロコズム負荷実験の結果に適用した。
- ・生物種間相互作用や間接影響の実証により、生態系影響評価手法としてのマイクロコズムの有効性を示した。
- ・モデル生態系個体群動態シミュレータ(コード名：SIMCOSM)を開発し、技術仕様を確立した。
- ・ウランとヨウ素について化学形態評価法の開発を終了し、データを蓄積した。
- ・ICP-質量分析装置を用いたプルトニウムとウラン同位体の分析技術の開発を終了した。

##### ③ラドンの環境中における動態と生物影響に関する研究

- ・実環境における調査を進めた結果、トロン濃度のみならずその壊変生成物濃度について

も時間変動・空間分布が大きいことが確認できた。

- ・各曝露レベルにおける小核形成を指標にした影響データを平成17年度も引き続き集積した。
- ・遺伝子レベルについては、曝露したマウスのFM3A細胞のHprt遺伝子における突然変異の頻度と線量との関係を調べた結果、1mGy以下の比較的低い線量域においてもPCR解析から有意な欠失変異が検出された。

## 2) 生物系基盤研究

### ①放射線に対するレドックス制御に関する研究

- ・皮膚に対するX線照射で、アスコルビン酸ラジカルの増加が観察され、これが脂質過酸化と対応していることを明らかにした。
- ・放射線照射後(7.5 Gy, 4日後)のマウスにACPを投与して電子スピン共鳴装置(ESR)イメージング装置によりマウス体内のレドックス状態の*in vivo*評価を行ったところ、上腹部のレドックスが酸化に傾く傾向が見られた。
- ・内在レトロウイルス由来の逆転写産物解析用の特殊レポーター遺伝子を安定導入した血液系細胞ラインおよびトランスジェニックマウスの樹立、およびcDNAの定量技術の確立に成功した。
- ・新規に開発したレポーター遺伝子RNA測定技術を用いて、天然抗酸化剤によるHO-1遺伝子の転写制御機構の解析を進めた。
- ・ニトロキッド類の抗酸化能を比較し、ペルオキシラジカルの消去機構を調べ、その消去機構はラジカルカップリングでは無く、電子移動によることを初めて明らかにした。

### ②放射線障害に関する基盤的研究

- ・染色体異常画像データベースを完成させた。
- ・*in vivo*被ばく者および*in vitro*照射実験の解析結果より、環状断片/二動原体の比および過剰断片/二動原体の比が、線質を異にする放射線被ばくの細胞遺伝学的指標として有望であることがわかった。
- ・適応応答で生まれたマウスの終生観察は終了し、脳などの器官損傷、発育遅延、行動異常等が生じていること、および寿命短縮があることを明らかにした。

### ③放射線応答遺伝子発現ネットワーク解析研究

- ・HiGEP法を用いて、マウスES細胞において低線量X線照射によって発現が誘導される転写物の同定を試みた。その結果5cGyでは発現増加するものが19個、減少するものを18個、さらにそのうち2cGy以下でも発現増加するものを2個、減少するものを5個同定した。
- ・Recq14遺伝子産物の機能をノックアウトES細胞株を2種類作成し、野生型と遺伝子発現の違いをHiGEP解析を用いて明らかにした。

### ④放射線影響研究のための実験動物の開発に関する研究

- ・クロラムブシルによるメダカのみュータジェネシスにより、昨年度得られた1系統(802)に加え、新たに1系統(1108)の放射線感受性メダカの候補系統が得られた。
- ・Slc:W1及びCrIj:W1ラット2細胞期胚の培養時に酸素濃度及びウシ血清アルブミンが与えるの影響について調べたところ、雌系統により異なる感受性が見られた。
- ・呼吸器病原菌カーバチラス感受性の異なる2系統のマウスの肺病変において、リンパ球の表面抗原であるCD4とCD8を免疫組織化学に染め分け、感受性の系統差は、免疫担当細胞の反応差より、粘膜局所における感染抵抗性機構が重要であることを明らかにした。

### ⑤プルトニウム化合物の内部被ばくによる発がん効果に関する研究

- ・酸化プルトニウム吸入曝露群ラットおよびX線照射群の病理組織学的検索と最終的な総括を終了した。X線胸部照射による癌腫と比較した酸化プルトニウム吸入による癌腫誘発

の生物学的効果比(RBE)は約 10~11 であり、癌腫病変の発生数においても酸化プルトニウム吸入では約 2 倍高く、その発生率・発生数等における線質差が明らかにされた。

- ・これまでに得られた成果、全実験群の個体別病理診断結果一覧、細胞・DNA 試料を含む腫瘍の病理組織標本一覧をまとめ、所外向けホームページに公開し、また印刷物としても刊行した。

### 3) 重粒子治療に関する基盤研究

#### ①重粒子線がん治療装置の小型化に関する研究開発

- ・小型リング：小型リングの建設は終了し、コミッショニングを開始した。電子ビーム冷却を含め設計通りの性能を確認した。
- ・普及型：基本設計は予定通り終了した。高精度 4 極電磁石電源の試験を行い、ほぼ予定通りの性能を実現した。高効率線型加速器の性能試験を行い、設計通りの性能を確認した。螺旋ワブラーの実証試験で、初期の性能を達成した。小型 RF 加速装置による HIMAC のビーム加速試験を行い、性能を確認した。治療計画装置の基本部分の設計が終了した。多葉コリメータ原理実証器の動作試験が行われ、所期の性能を得た。

#### ②照射方法の高精度化に関する研究開発

- ・垂直ポートによる眼の治療照射に加え、170MeV/n 水平ビームを用いた眼の治療照射システムを完成させた。
- ・気管支粘膜の照射線量を評価するため に仮想内視鏡画像上に線量分布を表示するシステムを開発した。
- ・患者線量推定に関して、2%以内で推定できるシステムを確立した。
- ・呼吸で運動する臓器の動体解析方法として、肺気管支のトポロジー性を利用した動体定量化法を開発・提案し、ファントム実験での評価を行った。
- ・重イオン CT の解析方法、データ取得高速化などの改良を行い、生体物質の CT 値を X 線 CT 値と比較できるようになった。

#### ③重粒子線及び標準線量測定法の確立に関する研究開発

- ・構築された空間線量分布モデルの有効性を検証するため、入射粒子の種類、エネルギー、標的の種類を変えての検証実験を行った結果、粒子線治療領域ではエネルギー依存性を組み込むことで治療ビームの空間分布を 0.5mm 以内の精度で再現できることを確認した。
- ・実際にドイツ重イオン科学研究所(GSI)の臨床試験で用いられた治療線量分布データから、放医研方式での臨床線量分布を推定することに成功した。
- ・放医研のコバルト60照射線量標準場における校正定数測定の不確かさを評価すると同時に、放射線治療用リファレンス線量計のデータベース化を図った。
- ・実験室環境で中性子成分を計測するための手法を検討した結果、ポナー球を用いることで熱~100MeV の中性子を測定可能であることを確認した。

#### ④重粒子線治療の普及促進に関する研究

- ・眼治療照射に関連して、平成 17 年度後半から臨床利用開始となった新システムにおいて、適切な受け入れ試験・コミッショニングのあり方を議論しつつ、実際にその手順にそって QA (品質保証) 的な評価をおこなった。重粒子線治療計画用の CT 装置が、最新の MD (Multi-detector) -CT に更新される際に、治療計画に適した CT の観点から、QA 的な評価をおこない、後期からの臨床運用を実現した。

#### ⑤粒子線治療の生物効果に関する研究

- ・悪性黒色種 6 細胞株について、炭素線と X 線間で有意差を示す 110 個の遺伝子を明らかにした。
- ・炭素線は X 線に比べ低酸素細胞での DNA 損傷誘発効率が非常に高いことが判明した。

- ・線量分布を相似に揃えた炭素線ビームでは GSI と HIMAC との間で同一の生物線量分布であることが、培養細胞およびマウス腸管クリプト細胞の致死効果で判明した。

#### ⑥重粒子線がん治療臨床試験評価のための情報処理に関する研究

- ・病歴データベースや画像管理システム (PACS)、および重粒子治療スケジュール管理システムの改良を行った。平成 18 年度に導入を予定している電子カルテシステムとのデータ連携を設計し、シングルサインオンや患者選択の連動機能を洗い出し、既存システムへの導入を準備した。
- ・画像処理により、放射線治療のターゲットや病巣の確認の研究を行い、医師の判断とほぼ同等の評価が得られた。

#### ⑦HIMAC 共同利用研究

- ・平成 17 年度は、公募に応募があった課題を課題採択・評価部会で審議した結果、治療及び診断関係 9 課題、生物関係 53 課題、物理・工学関係 67 課題が採択され、共同利用研究を実施した。

### 4) 画像診断に関する基盤的研究

#### ①PET 及び SPECT に関する基盤的研究

- ・ $^{11}\text{C}$ 用自動合成装置の開発、 $^{18}\text{F}$ 標識化合物の  $200\text{Ci}/\mu\text{mol}$  程度の比放射能を達成、標識合成条件の最適化、PET/SPECT核種による標識のための前駆体合成、代謝型NMDA受容体のPETリガンドの候補化合物のコールド合成、 $^{11}\text{C}$ -MP4Pを用いたPETによる脳内の酵素活性の異なる部位での活性推定、等を行った。
- ・汎用性の高い脳アセチルコリンエステラーゼ活性測定薬剤として有望な $^{18}\text{F}$ -標識薬剤であるN-[ $^{18}\text{F}$ ] fluoroethylpiperidin-4-ylmethyl acetateに関し、サルを用いた動態解析による評価を行い、大脳皮質の酵素活性を解析的に推定できることが示された。
- ・脳ブチリルコリンエステラーゼ活性測定の PET 薬剤に関し、肺における薬剤の迅速な代謝分解を回避できる候補薬剤の選択を行った。

#### ②NMR に関する基盤的研究

- ・血管構造のスケールに合わせて格子サイズを適合させ、血管分岐構造に対応できる数値計算手法によって、4次元画像化を完成した。
- ・多核種計測の研究として、3テスラ臨床研究用装置での $^{13}\text{C}$ の計測を行うための機材の準備及び開発を終了し、人体での $^{13}\text{C}$ 計測のための基礎研究を行った。
- ・独法成果活用事業として本年度は完全なコンソールへの接続試験と性能確認試験を行い動作確認に成功した。

#### ③放射光を用いた単色 X 線 CT 装置の研究開発

- ・生体試料の冷却方法に関して、液体窒素を用いる方法を開発した。拡大照射野にて単色 X 線 CT を実施し定量性を確認した。CdTe アレイを用いて、多色 X 線 CT の基礎研究を進めた結果、金属 (Al)、水、卵等の試料を用い、2色以上の多色による CT 技術の可能性を示した。

### 5) 医学利用放射線による患者・医療従事者の線量評価及び防護に関する研究

- ・特殊放射線検査時における被検者と医療従事者の被ばく線量評価は、16列から256列マルチCTによる線量評価、IVR時の患者及び術者の線量評価を継続しデータ収集を行った。ボクセルファントムを用いたシミュレーション計算により、X線CT検査における患者の臓器線量とCTDIを求めた。歯科X線検査実態調査の解析を行った。
- ・国連科学委員会のアンケート調査に応じ、これまでに収集した日本の実態調査データを

整理・編集し、その結果を送った。

## 6) 脳機能研究

- ・統合失調症 17 例、正常対照群 11 例で [<sup>11</sup>C]DAA1106 を用いた PET 検査を施行した。統合失調症では脳内の末梢性ベンゾジアゼピン受容体密度が局所的に上昇する傾向がみとめられ、重症度との間の相関も示唆された。新規の抗精神病薬であるパリペリドンによる大脳皮質ドーパミン D2 受容体占有率を測定し、最適な臨床用量を明らかにした。
- ・ヒトのパーキンソン病の動物モデルとしての 6-OHDA 処置ラットにおける胎児細胞移植の治療効果を評価した。6-OHDA 処置により障害された線条体ドーパミン神経伝達機能は胎児細胞移植により一部回復することが治療後の PET 評価により明らかになった。
- ・これまでに脳機能障害に関連する新規突然変異をメダカで多数収集し、そのうちの 2 つ (who および tac) について原因遺伝子のクローニングに成功した。

## 7) 国際共同研究

### ① 子宮頸がん放射線治療におけるアジア地域国際共同臨床試験研究

- ・子宮頸癌に対する化学放射線治療の第 II 相試験 (Cervix-III) は予定通り進行し 117 症例が登録された。
- ・加速多分割照射法 (Cervix-II) で治療した子宮頸癌患者の追跡調査を行った。病期別の 5 年全生存率は IIB 期で 79%、IIIB 期で 66% と良好であった。
- ・局所進行上咽頭癌に対する化学放射線治療の臨床試験 (NPC-I) は東南アジア諸国を中心に 18 年 1 月までに 16 症例が登録された。治療上の問題点を把握する目的で、登録症例数の多いベトナムで技術指導を行った。
- ・アジア 8 カ国から送られてくる治療データはデータベースに逐一入力し、治療効果および安全性について評価を行った。
- ・平成 17 年 9 月にインドネシアとマレーシアの臨床試験参加施設を訪問し、線量測定等を行った。
- ・平成 18 年 1 月 23~27 日に韓国のソウルで開催された FNCA のワークショップに参加し、子宮頸癌と上咽頭癌の臨床試験の結果を報告し、今後の臨床試験について提案した。
- ・平成 17 年 6 月 20~24 日に放医研を会場として IAEA/RCA の小線源治療に関するトレーニング・コースを群馬大学と共同で開催した。

### (3) 基礎的・萌芽的研究

- ・研究の活性化を図るため、理事長の裁量による研究として、次期中期計画において柱となるような事業を対象とする創成的研究 (応募 13 課題の内 5 課題) と、将来大きく成長し得るシーズの創出を目的とした萌芽的研究 (応募 52 課題の内 28 課題) を実施した。

### (4) 競争的研究への提案と受託研究の受け入れ

- ・文部科学省 (科学技術振興調整費等)、厚生労働省、環境省等の政府機関、日本学術振興会 (科学研究費補助金等) 等の各種団体及び民間企業、公益法人が実施する競争的環境下にある公募型研究制度に対して、新規研究課題の提案を積極的に行い、競争的外部資金を獲得した。また、政府機関や民間企業からの受託研究等を受け入れた。

### (5) 広報活動と研究成果の普及・活用の促進

#### 1) 研究成果の普及の状況

- ・原著論文、口頭発表など、職員の研究成果の実績等を把握する業務実績登録システムについて、登録・利用の概要等を示した運用方針を定め、運用の効率化に努めている。さらに効率

- 良く管理するため、検索・集計・一覧表示機能を強化するなど、システムの改良を行った。原著論文数は278報（16年度実績 272報）、研究職1人当たり実績1.4報/年であった。
- ・平成17年度の研究成果関連プレス発表数は、総数20件である。これに伴い、取材件数、マスコミ登場頻度も高く推移している。
  - ・新聞、テレビ局などマスコミによる取材対応（記者来訪取材）は、総数42件
  - ・研究成果集として、和文年報、英文年報、シンポジウム報文集、セミナー報文集等を計15冊刊行した。
  - ・平成17年度科学技術週間（平成17年4月18日～4月24日）に合わせて、4月22日に施設一般公開を実施し、2,527人の参加を得た。（平成16年度2,788人）
  - ・公開講座参加者（一般公開併設分を除く）を加えた、訪問者数は、6,095名（平成16年度実績5,216名）と、目標値を大きく上回っている。
  - ・一般講演会を2回（平成17年6月25日（於・西日本総合展示場）、及び平成18年3月17日（於・東京国際フォーラム））開催した。所内一般公開併設公開講座（平成17年4月22日）とともに、2回の公開講座（平成17年8月20日、同12月21日）を開催した。
  - ・平成18年3月17日に第1期中期計画成果報告会を東京国際フォーラムにおいて開催した。
  - ・平成17年8月16日～19日の4日間、高校生（定員20名）を対象とした体験学習「サイエンスキャンプ」を開催した。
  - ・その他、各種イベントにおいて放医研紹介の出展を行うとともに、放医研要覧の改訂、紹介ビデオの作成を行った。

## 2) 研究成果の活用促進

- ・共同研究等は、契約書、覚書等67件の締結、取り交わしを行い、延べ82機関と実施した。
- ・51件の特許出願を行った（国内特許出願35件、国際特許出願16件）。また、特許に基づく実施契約による収入があった。実施契約数は特許12件、ノウハウ3件の計15件であった。
- ・民間企業と放射薬剤の品質管理分析業務を行う契約件数は3件となっている。
- ・HiCEP技術の実用化を進める放医研ベンチャー（メッセンジャースケープ社）は順次業務の拡大を図っている。
- ・放医研が分離固定した細胞株等の生物資源の活用を促進するため、理化学研究所バイオリソースセンターに寄託した。
- ・重粒子医科学センター病院のホームページを立ち上げた。
- ・放医研が保有する放射線安全研究成果データベース等を外部向けホームページより公開するとともに、その充実に努めた。

## (6) 施設・設備の共用

- ・既に共用施設に指定されている重粒子線がん治療装置（HIMAC）については、共同利用研究として共用している。
- ・平成16年3月に共用施設に指定したPIXE分析装置（PASTA）については、共用を開始し、装置の概要、機能・性能・利用条件、利用形態、手続き等の情報を外部向けHPに公開した。また共用の具体的な進め方（課題採択の方法等）について引き続き検討を行っている。
- ・外部機関、民間企業からの施設・設備の個別の利用希望に応え、サイクロトロン（大型）、コバルト照射装置、ラドン実験棟、HIMAC、MRI装置を外部利用に供した。

## (7) 研究者・技術者等の養成及び資質の向上

### 1) 研究者・技術者等の養成

- ・各種プロジェクト研究等に参加する外部若手研究者（ポスドク等）を受け入れた。平成17年度受け入れ研究者数は44名であった。（16年度実績46名）
- ・連携大学院として既に実施している千葉大学大学院自然科学研究科、医学薬学教育部（医学薬学府）及び大学院医学研究部（研究院）、東京工業大学大学院、東邦大学大学院理学研究科、東京理科大学大学院理工学研究科及び基礎工学研究科、群馬大学医学系研究科に加え、横浜市立大学大学院医学研究科との連携を開始した。連携大学院生数は15名である。（16年度実績20名）
- ・研究生・実習生284人を受け入れた。（16年度実績263人）
- ・放射線防護課程等の研修を実施した。各種研修への応募者総数は、定員365名に対し543名であり、定員を超える401名が受講した。

### 2) 研究交流

- ・各種受入研究員等の制度を設け、1,182人の研究員等を受け入れた。（平成16年度実績1,140人）。また、外国人研究者の受け入れ総数は131名（平成16年度実績79名）であった。
- ・IAEA/RCA 腫瘍核医学プロジェクトコーディネーター会合など、国際会合を計9回開催した。特に、発展途上国支援等を目的としたIAEA/RCA（アジア地域の多発癌小線源治療の治療技術の品質管理に関するトレーニングコース）に積極的に参加するなどの国際協力を推進した。
- ・国際共同研究については、平成16年度までの10件のうち5件と締結し、2件は期間満了のため覚書を更新し、15件となった。
- ・原子力安全委員会の放射線国際対応専門調査会に対して積極的な貢献を行うとともに、国連科学委員会（UNSCEAR）に対する国内取りまとめ機関として協力（国内対応委員会）した。
- ・国際放射線防護委員会（ICRP）、国際原子力機関（IAEA）等に対して積極的な支援を行った。また、平成18年1月には、IAEAの協力機関として認定された。
- ・広島大学、長崎大学、東北大学と放射線分野の教育、研究と診療活動の充実を図る包括的協力協定を締結した。

## (8) 行政のために必要な業務

### 1) 原子力防災災害対応業務

- ・自治体等が行う原子力防災訓練及び講習会等に積極的に協力し、必要な指導、教育を行った。
- ・三次被ばく医療機関の中核機関としての体制整備のため、文部科学省からの受託により、被ばく医療に関する地域との連携、緊急被ばく医療ネットワーク会議、物理的線量評価ネットワーク会議、染色体ネットワーク、等に関する事業を実施した。

### 2) 放射性廃棄物の共通技術に関する調査研究

- ・日本の風土、農業活動を反映した放射性核種の生物圏への移行パラメータの収集及びデータベース化を経済産業省からの受託研究として継続・実施した。

### 3) 実態調査

- ・ビキニ被災者の定期的追跡調査及びトロトラスト沈着症例に関する健康調査を継続した。

### (9) その他、業務運営の効率化等

- ・電算化による業務運営の効率化を図るため、会計システム、総務業務支援システム、個人情報データベース等のシステム間連携を図り、一層のIT化を推進し業務の効率化に努めた。
- ・平成14年度に定めた職員の個人業績評価システムに基づいて、客観的な基準に拠る個人評価を行いつつ、更なる制度の改善に努めた。これにより得られた個人評価結果を勤奨手当優秀職員選考などの個人の処遇に反映させた。
- ・高度な専門技術を有する職員の処遇改善を図るとともに、高度な技術を継承することを目的として、平成14年度に創設した技術職制度による職員の採用及び適切な配置を行った。

## 2. 借入金の状況

なし

## 3. 国からの運営費交付金、補助金の額（平成17年度予算）

運営費交付金	13,300,878千円
施設整備費補助金	290,000千円

## Ⅲ. 独立行政法人放射線医学総合研究所が対処すべき課題

独立行政法人放射線医学総合研究所は、文部科学大臣より与えられた中期目標である、①患者の身体的負担の少ない放射線診療の実現、②放射線利用に伴う便益、放射線の持つ特性、放射線の人体への影響等に関する国民の正確な理解の促進、③放射線の人体影響や放射線障害治療に関する研究成果の世界への発信と緊急被ばく医療体制及び国際的な放射線防護基準の枠組み整備への貢献、等を着実かつ効率的に達成するため、研究所の組織・運営の改善や研究部門の再編成、研究活動等業務評価による業務の適正化・効率化、研究所の業務・成果に関する広報活動の強化など、多くの課題に取り組んできた。今後も、理事長の主導の下、これら運営に係わる改革を継続して進めていく。

研究部門においては、着実かつ効率的・効果的に上記中期目標を達成していくとともに、新たな研究開発のシーズを創成し先導的な研究成果をより多く創出する研究開発や、社会的ニーズや国民の負託に沿った研究開発に努める。それらの研究開発実績に関する厳正な評価を受け、その評価結果に基づいて迅速な改善を図る。さらに外部研究資金の積極的導入を図る。

重粒子線がん治療の高度先進医療認可に伴い、臨床試験及び高度先進医療を安全、確実に実施するための総合的な体制整備を図るとともに、高度な医療の研究開発を行いつつ社会への成果の還元としての重粒子線がん治療の普及を目指す。

また、当研究所の活動について国民の理解と支援を得るため、研究成果の創出にとどまらず積極的な広報活動等を行い、研究開発の成果を広く社会に還元することに一層の努力を傾注していく。